

2003 P 043 13



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 43 13 273 A 1**

61 Int. Cl. 5:
G 01 D 3/04
G 01 B 7/02
G 01 R 17/00

21 Aktenzeichen: P 43 13 273.1
22 Anmeldetag: 23. 4. 93
43 Offenlegungstag: 27. 10. 94

DE 43 13 273 A 1

71 Anmelder:
Wabco Vermögensverwaltungs-GmbH, 30453
Hannover, DE

72 Erfinder:
Eden, Gerd, Dipl.-Ing., 3000 Hannover, DE; Lustfeld,
Eike, Dipl.-Ing., 3056 Rehburg-Loccum, DE; Kleen,
Berend, Dipl.-Ing., 30161 Hannover, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

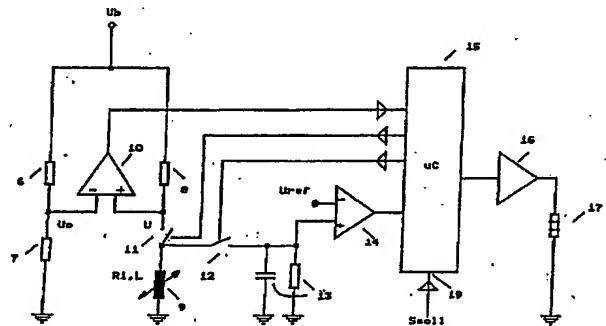
DE 30 07 747 C2
DE 42 31 844 A1
DE 41 41 065 A1
DE 41 30 547 A1
DE 38 25 974 A1
DE 37 14 993 A1
DE 35 26 560 A1
DE 35 19 978 A1
DE 32 12 611 A1
CH 6 76 147 A5

CH 3 33 222
US 32 52 084
SU 17 37 259 A1

BECKER, W.-J. u. WENDT, T.;
Induktiver Näherungs- sensor mit
Wirkleistungsmessung der magnetischen Verluste,
In: mpa, 2/1993, S.25-27;
JP 59-102101 A., In: Patents Abstracts of Japan,
P-306, Oct. 5, 1984, Vol.8, No.219;

54 Auswerteverfahren und -schaltung für einen induktiven Sensor

57 Es wird ein Verfahren zur Auswertung eines induktiven Sensors (1, 9), insbesondere eines Wegsensors (1) vorgeschlagen, wobei mittels eines Mikrocontrollers (15) aus der gemessenen Induktivität (L) des Sensors der eingestellte Weg (s) bestimmt wird. Dabei wird mit einem zeitlich konstanten Meßstrom der temperaturabhängige Kupferwiderstand (R_i) der Wicklung (2) des Wegsensors (1) bestimmt. Mit dem Mikrocontroller (15) wird anschließend mit Hilfe eines dem Kupferwiderstand (R_i) entsprechenden Wertes der aus der Induktivität (L) bestimmte Weg (s) temperaturkompensiert. Das Verfahren ist insbesondere anwendbar bei Wegsensoren, die an Plätzen mit stark wechselnden Temperaturen eingesetzt sind.



DE 43 13 273 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Auswerteverfahren sowie eine Auswerteschaltung für einen induktiven Sensor gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Induktive Sensoren, insbesondere Wegsensoren, zur Erfassung von bestimmten Stellungen eines Bauteils bestehen im wesentlichen aus einer Spule (Wicklung) und einem darin verschiebblichen Eisenkern. Sie haben im allgemeinen den Nachteil, daß der ausgegebene Meßwert temperaturabhängig ist. Dies liegt daran, daß sowohl der Widerstand der Wicklung als auch die magnetische Leitfähigkeit des Eisenkernes temperaturabhängig sind.

Bei gehobenen Ansprüchen an die Meßgenauigkeit ist es deshalb notwendig, die Temperaturabhängigkeit des Sensors zu kompensieren. Hierzu sind verschiedene Verfahren bekannt. Aus der DE-OS 35 26 560 ist beispielsweise bekannt, den Sensor mit einem eingebauten, der Spule vorgeschalteten Widerstandsnetzwerk zu versehen, welches temperaturabhängige Widerstände (NTC-Widerstände) enthält. Der Temperaturgang dieses vorgeschalteten Netzwerkes wird dann so gewählt, daß sich die Temperaturgänge des Korrektur-Netzwerkes und der aus Induktivität und Wicklungswiderstand bestehenden Spulen-Impedanz etwa gegenseitig aufheben.

Diese Methode der Temperaturkompensation von induktiven Sensoren, insbesondere Wegsensoren, hat jedoch den Nachteil, daß zusätzliche Bauteile erforderlich sind. Außerdem ist die Kompensation nicht über den gesamten Temperaturbereich zufriedenstellend möglich. Dies gilt insbesondere bei einem etwaigen Temperaturgradienten innerhalb des Sensors, das heißt, wenn z. B. die Spule einer erheblich höheren Temperatur ausgesetzt ist als das Korrekturnetzwerk selbst. In diesem Fall wird nämlich nicht die eigentlich wichtige Spulentemperatur, sondern lediglich die Temperatur am Ort des Kompensations-Netzwerkes berücksichtigt. Ein derartiger Anwendungsfall liegt beispielsweise dann vor, wenn der Sensor in eine Wand eines Getriebe-Gehäuses eingeschraubt ist, derart, daß die Anschlüsse außen liegen (20°C), die Spule aber innen liegt (100°C). In diesem Fall tritt ein erheblicher Temperaturgradient innerhalb des Sensors auf.

Ferner wird eine genaue Kompensation noch durch Fertigungsstreuungen der Sensorspule und der NTC-Widerstände erschwert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine genauere Art der Temperaturkompensation anzugeben, bei welcher zudem kein Kompensations-Netzwerk innerhalb des Sensorgehäuses, wo im allgemeinen wenig Platz verfügbar ist, notwendig ist.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebene Erfindung gelöst. Die Unteransprüche enthalten zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Die Fig. 1 zeigt schematisch die Darstellung eines induktiven Wegsensors, welcher in eine Gehäusewand eingeschraubt ist.

Die Fig. 2 zeigt ein elektrisches Blockschaltbild zur Auswertung der Induktivität eines Sensors nach Fig. 1.

Die Fig. 3 zeigt ein Spannungs-Zeit-Diagramm zur Fig. 2.

In der Fig. 1 ist schematisch ein Konstruktions-Beispiel des verwendeten induktiven Wegsensors dargestellt. Dieser besteht im wesentlichen aus einem Eisen-

kern (3), welcher innerhalb einer Spule (2) verschiebbar angeordnet ist. Der Eisenkern (3) dient zur Erfassung eines Weges (s). Zur Rückführung des Magnetfeldes ist ein Topfkern (18) vorgesehen. Die Spulenden der Wicklung (2) sind zu Anschlüssen (4) herausgeführt.

Der Wegsensor (1) ist in ein Gehäuse (5) eingeschraubt, welches die Wand eines Kfz-Getriebes sein kann. Die Innentemperatur kann dabei z. B. 100°C, die Außentemperatur 20°C betragen.

In Fig. 2 ist schematisch die elektrische Auswerteschaltung für den in Fig. 1 dargestellten Wegsensor dargestellt. Der Wegsensor (9) mit einem Kupferwiderstand (R_i) und einer (wegabhängig veränderlichen) Induktivität (L) ist dabei in eine Brückenschaltung eingefügt, welche außerdem aus den Widerständen (6), (7) und (8) besteht. Die Brückenspannung U bis U_0 ist auf einen Komparator (10) geschaltet. Der Oberteil der Brücke liegt an einer Betriebsspannung U_B , während der untere Teil an Masse liegt. Am Mittelteil der Brücke fällt die feste Spannung U_0 sowie die veränderliche Spannung U ab.

Mit dem Schließen eines elektronischen Schalters (11), der von einem Mikrocontroller (15) betätigbar ist, sobald eine Wegmessung erforderlich ist, wird ein einzelner Meßvorgang eingeleitet.

Wie in der Fig. 3 dargestellt ist, sinkt dabei die über der Zeit (t) aufgetragene, an dem Wegsensor (9) liegende Spannung U in Form einer e-Funktion ab. Der Abfall beginnt bei einem Ausgangswert U_B , welcher bis zum Einschaltzeitpunkt t_0 des Schalters (11) anliegt.

Im Zeitpunkt t_1 ist der Wert U_0 erreicht, welcher auch am linken Anschluß des Komparators (10) anliegt. Hierdurch schaltet der Komparator (10) um und teilt dies dem Mikrocontroller (15) mit. Aus der Zeitdifferenz t_0 bis t_1 errechnet dieser die Induktivität L des Wegsensors (9) bzw. den gerade vorliegenden Weg s .

Eine derartige Schaltung zur Induktivitätsbestimmung ist für sich bekannt (siehe DE-A-37 14 993).

In Weiterbildung des soweit Bekannten wird nun eine Zeitdauer t_0 bis t_2 , welche erheblich größer gewählt ist als die Zeitdauer t_0 bis t_1 , abgewartet. Nach dieser Zeitdauer t_0 bis t_2 wird die dann am Wegsensor (9) anliegende Spannung U_R nur noch vom Kupferwiderstand R_i der Wicklung (2) des Wegsensors (9) bestimmt. Da dieser Widerstand R_i aber temperaturabhängig ist, läßt sich hieraus unter Anwendung der Erfindung die Temperatur der Wicklung (2) und damit die Sensortemperatur bestimmen. Hierzu wird zum Zeitpunkt t_2 ein zweiter Schalter (12) vom Mikrocontroller (15) eingeschaltet. Die Spannung $U = U_R$ wird auf ein RC-Glied (13) geschaltet. Es wird gewartet, bis die am RC-Glied (13) ansteigende Spannung im Zeitpunkt t_3 eine Referenzspannung U_{Ref} eines zweiten Komparators (14) erreicht hat. Sobald dies geschehen ist, wird die vom Mikrocontroller (15) erfaßte Zeitdifferenz t_2 bis t_3 in eine entsprechende Sensortemperatur umgerechnet. Dies geschieht durch eine dem Fachmann bekannte Programmierung, durch die z. B. die gemessene Zeitdifferenz mit in einem Speicher abgelegten Wertepaar von Zeiten und Sensortemperaturen verglichen wird. Mit Hilfe der so ermittelten Sensor-Temperatur kann mittels eines weiteren Speichers mit entsprechenden Wertepaaren der Meßwert des Wegsensors (1) temperaturkompensiert werden.

Der in der Fig. 2 dargestellte Schaltungsteil, bestehend aus dem RC-Glied (13) mit angeschlossenem Komparator (14) ist nur deswegen erforderlich, weil der Mikrocontroller (15) Zeitdifferenzen einfacher verarbeiten

kann als Spannungshöhen. Falls ein (teurerer) Mikrocontroller mit eingebautem Analog-Digital-Wandler verwendet wird, kann auch die am Wegsensor (9) abfallende Spannung U_R direkt ausgewertet werden. Die Temperaturabhängigkeit dieser Spannung kann noch dadurch erhöht werden, daß für die Wicklung (2) ein Drahtmaterial mit erhöhtem Temperatur-Koeffizienten benutzt wird.

Die gesamte links vom Mikrocontroller (15) angeordnete Schaltung kann in einen Kundensaltkreis integriert werden.

Falls die beschriebene Schaltung zur temperaturkompensierten Einregelung eines bestimmten Weges verwendet werden soll, ist an den Mikrocontroller (15) über einen Verstärker (16) ein zu beeinflussendes Bauteil, hier ein 3/2-Wege-Magnetventil (17) angeschlossen. Dabei wird in bekannter Weise das Magnetventil (17), das beispielsweise zur Ansteuerung eines (nicht dargestellten) Arbeitszylinders dienen kann, solange betätigt, bis die von dem Wegsensor (9) erfaßte Ist-Position des Arbeitszylinders mit einer dem Mikrocontroller (15) an einem Steuereingang (19) eingegebenen Soll-Position S_{SOLL} übereinstimmt.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist damit eine temperaturkompensierte Lageregelung möglich, die ohne zusätzliche Hardware im Sensor (Kompensations-Netzwerk mit NTC-Widerständen) auskommt. Zur Wegerfassung reicht vielmehr ein einfacher, nicht temperaturkompensierter Sensor aus.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Auswertung eines induktiven Sensors (1, 9), insbesondere Wegsensors (1), wobei aus der gemessenen Induktivität (L) des Sensors der eingestellte Weg (s) bestimmt wird, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) mit einem zeitlich konstanten Meßstrom wird der temperaturabhängige Kupferwiderstand (R_i) der Wicklung (2) des Sensors (1, 9) bestimmt;
- b) mit einem Mikrocontroller (15) wird mit Hilfe eines dem Kupferwiderstand (R_i) entsprechenden Wertes der aus der Induktivität (L) bestimmte eingestellte Weg (s) des Sensors (1, 9) temperaturkompensiert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) die Wicklung (2) des Sensors (1, 9) wird zu einem ersten Zeitpunkt (t_0) über einen Widerstand (8) an eine Betriebsspannung (U_B) gelegt;
- b) es wird ein zweiter Zeitpunkt (t_1) erfaßt, zu dem die daraufhin nach einer e-Funktion abfallende Spannung (U) an der Wicklung des Sensors (1, 9) eine vorgegebene Spannung (U_0) erreicht;
- c) die induktivitätsabhängige Zeitdauer zwischen dem ersten (t_0) und dem zweiten (t_1) Zeitpunkt wird von einem Mikrocontroller (15) in den Wert der Induktivität (L) bzw. den Weg (s) umgesetzt;
- d) es wird eine zweite Zeitdauer (t_0 bis t_2) abgewartet, welche erheblich größer ist als die induktivitätsabhängige Zeitdauer (t_0 bis t_1);
- e) die am Ende der zweiten Zeitdauer (t_0 bis t_2) an der Wicklung (2) des Sensors (1, 9) abfallende, dem Kupferwiderstand (R_i) entsprechende

chende Spannung (U_R) wird vom Mikrocontroller (15) in die Temperatur (T) der Wicklung (2) des Sensors (1, 9) umgesetzt.

f) der ermittelte Weg (s) wird vom Mikrocontroller (15) mit Hilfe der ermittelten Temperatur (T) der Wicklung (2) des Sensors (1, 9) korrigiert.

3. Schaltung zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 2, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) der auszuwertende Sensor (1, 9) ist in eine Brückenschaltung (6, 7), (8, 9) eingesetzt, welche von einer Betriebsspannung (U_B) versorgt wird;
- b) der Sensor (1, 9) ist mit einem Schalter (11) einschaltbar;
- c) die Brückenspannung ($U_0 - U$) ist mit einem Komparator (10) abtastbar, dessen Ausgang an den Mikrocontroller (15) angeschlossen ist;
- d) der Sensor (1, 9) ist über einen weiteren Schalter (12) an ein RC-Glied (13) angeschlossen;
- e) das RC-Glied (13) ist an einen weiteren Komparator (14) angeschlossen, dessen zweiter Eingang an einer Referenzspannung (U_{REF}) liegt;
- f) der Ausgang des weiteren Komparators (14) ist an den Mikrocontroller (15) angeschlossen;
- g) die beiden Schalter (11, 12) sind vom Mikrocontroller (15) bei Bedarf ansteuerbar.

4. Schaltung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß für die Wicklung (2) des Sensors (1, 9) ein Draht mit erhöhtem Temperatur-Koeffizienten gewählt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

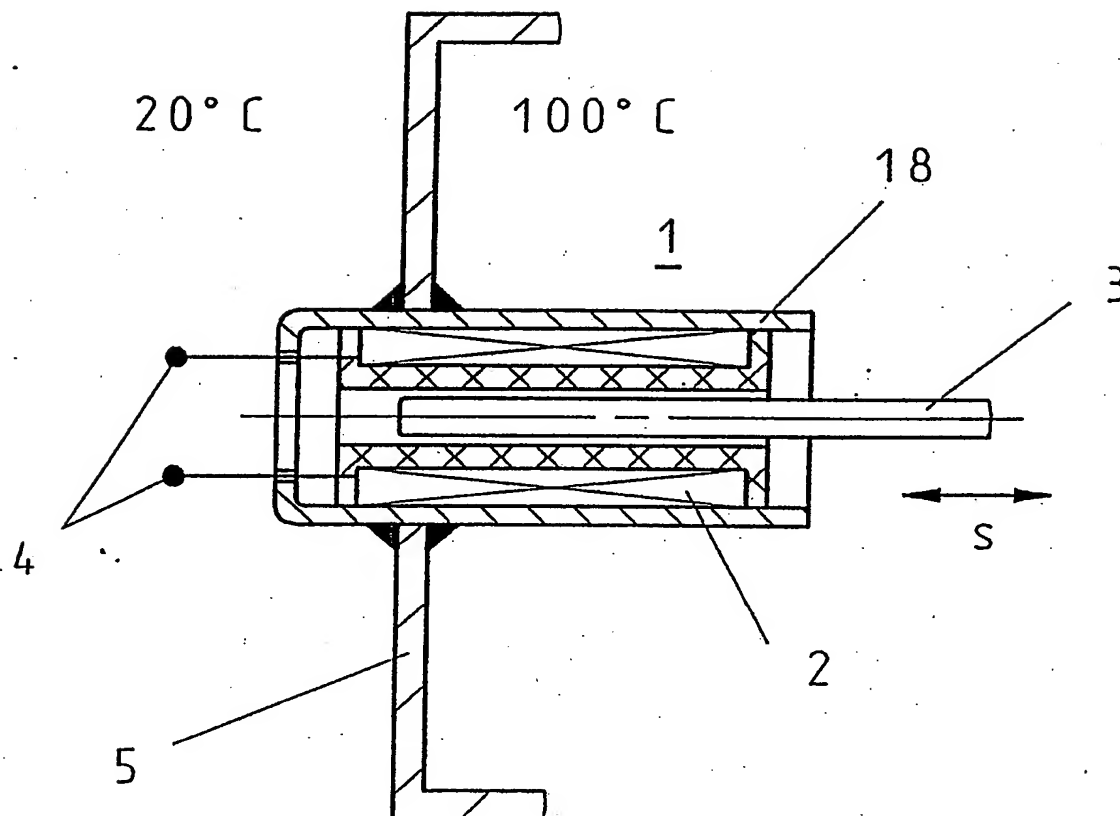


Fig. 1 *

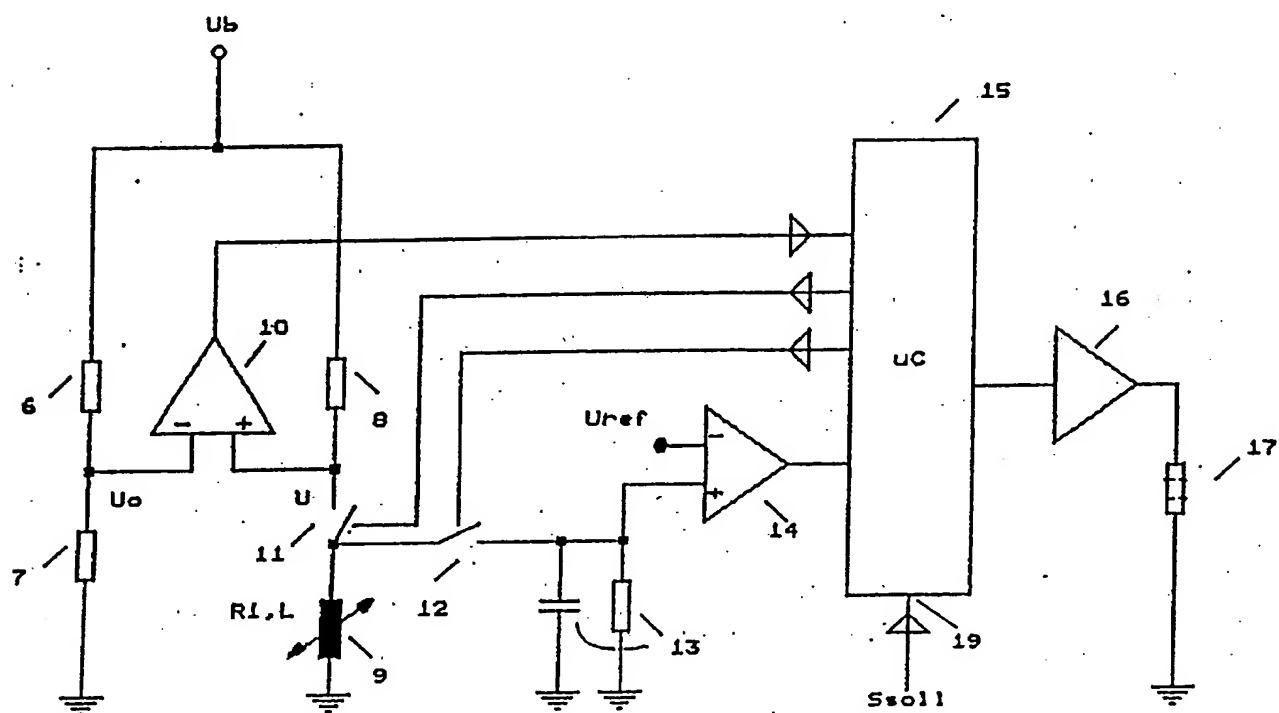


Fig. 2

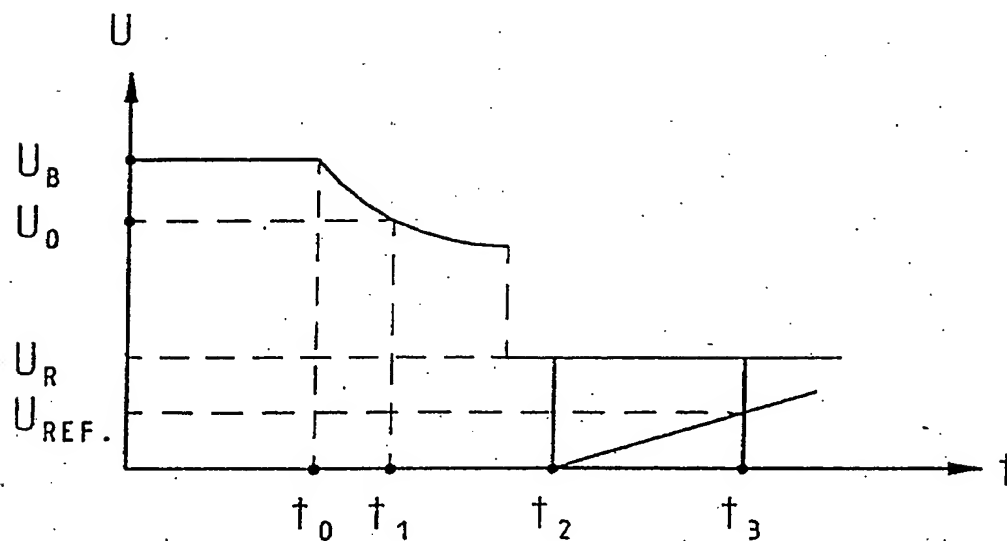


Fig. 3